PUBLICATIONS DE

L'INSTITUT TECHNIQUE FRANÇAIS DE LA BETTERAVE INDUSTRIELLE

TRAVAUX EFFECTUÉS

PAR LES STATIONS DE RECHERCHES DE

L'INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

EN 1960

I.C.
C.R.A.M.
M.M.
COMMONWEALTH MYCOLOGICAL INSTITUTE
31 JAN 1963

PUBLICATIONS DE

L'INSTITUT TECHNIQUE FRANÇAIS DE LA BETTERAVE INDUSTRIELLE

TRAVAUX EFFECTUÉS

PAR LES STATIONS DE RECHERCHES DE

L'INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

EN 1960

INTERACTION DES FUMURES ORGANIQUES ET DES ENGRAIS AZOTES

par G. BARBIER

L'expérience installée dans la pièce des Grands Clozeaux de Versailles, en 1949, et décrite dans les rappordts antérieurs, se poursuit régulièrement. Les résultats de 1960 ne présentent rien de bien remarquable, les rendements ayant été excellents dans tous les cas. Par contre, une action spécifique des fumures organiques sur les jeunes betteraves de 1961 a pu être constatée au cours d'une visite du champ d'expériences, le 23 mai.

RESULTATS DE 1960

	Sans paille			*Avec paille*		
kg N par ha (nitrate d'ammoniaque avant le semis)	80	120	160	80	120	160
Tonnes betteraves	67,1	73,4	73,7	64,4	72,6	73,8
Sucre %	18,1	18,0	17,7	18,2	17,7	17,8
Sucre/ha	12,1	13,2	13,0	11,75	12,8	13,1
Tonnes feuilles + collets	31,1	40,8	47,2	29,1	37,15	45,2

Les seules actions significatives ($P = 0,05$) quant aux racines et au sucre à l'ha, sont celles de la dose de 120 kg N comparée à 80. Comme d'habitude, la dose de 160 kg a augmenté le poids des feuilles, de façon très significative, mais non les racines, ni le sucre à l'hectare; elle n'a d'ailleurs pas diminué ce dernier, en l'espèce.

VISITE DU 23 MAI 1961

Action spécifique des fumures organiques.

1°) *Influence du fumier.* — Les 4 répétitions du traitement : fumier + 80 kg N se distinguent nettement par une plus belle végétation parmi des parcelles sans fumure organique ayant reçu des doses croissantes d'azote, à savoir : 0, 40, 80, 120 ou 160 kg N/ha. Il est d'ailleurs remarquable que parmi ces dernières parcelles, celles ayant reçu 160 sont moins belles que celles en ayant reçu 120. L'action du fumier ne saurait donc être imputée à un supplément d'azote, du moins à un supplément d'azote qu'il fournirait sous la même forme et dans les mêmes conditions que le nitrate d'ammoniaque apporté avant le semis.

2°) *Influence de la paille.* — Les parcelles à paille ayant reçu 80, 120 ou 160 kg N ont une végétation nettement plus belle, respectivement, que les parcelles sans fumure organique ayant reçu la même dose d'azote.

3°) *Influence du foin de luzerne.* — Le foin de luzerne, appliqué à la même dose de matière organique non décomposée que la paille ou le fumier, sans azote minéral (le foin de luzerne apporte lui-même plus de 200 kg N), assure la plus belle végétation des betteraves, parmi tous les autres traitements. Au cours des années antérieures, les foin de luzerne a procuré des rendements en sucre légèrement, mais régulièrement supérieurs au meilleur de tous les autres.

Cette action spécifique des diverses fumures organiques se maintient par la suite (observation le 13 juin 1961).

Hypothèses sur le rôle spécifique des fumures organiques.

Des mesures de stabilité structurale de la terre, effectuées par Cl. MONNIER, ont montré une amélioration légère, mais significative, par les fumures organiques. D'ailleurs, dans la parcelle qui portait des betteraves en 1960, et où l'on étudie seulement l'action de la paille en présence de doses variées de N minéral, la levée du blé a été meilleure sur les parcelles à paille que sur celles sans fumure organique.

Par ailleurs, d'après des mesures de J. CHABANNES, la fumure organique modifie fortement le cycle annuel de N minéral du sol. Le fait le plus remarquable est qu'à certaines époques de l'année, la différence des quantidtés de $NO_3 + NH_4$ contenues dans une couche de 45 cm des parcelles recevant de la paille et 80 ou 160 kg N, peut dépasser largement 80 kg. Le fait a été observé non seulement au moment du pic estival de l'azote minéral, mais une fois en novembre (1959). Cette différence a atteint parfois 200 kg N. Ce fait ne peut guère s'expliquer sans admettre un effet cumulatif des fumures azotées minérales antérieures. Il se formerait d'autant plus de composés organiques azotés, (ou ces composés seraient d'autant plus riches en azote) que l'on apporte plus d'azote minéral. Cet azote organique se minéraliserait à certaines époques de l'année et se réorganiserait partiellement ensuite. Il va de soi que l'azote ainsi minéralisé n'est pas nécessairement équivalent (forme, rythme de fourniture, distribution dans le profil) à celui du nitrate d'ammoniaque appliqué avant le semis.

D'autres causes ont pu intervenir, notamment une stimulation par des composés organiques, analogue à celle mise en évidence en milieux synthétiques par R. CHAMINADE.

TRAVAUX REALISES AVEC L'AIDE DU FONDS DE CONCOURS BETTERAVE EN 1960

par R. LONGCHAMP

Station Centrale de Physiologie Végétale - Versailles

a) *Etude de la toxicité sur Betterave des hormones utilisées pour le désherbage des céréales.*

De nombreux accidents se produisent encore chaque année sur betteraves par suite de l'entraînement par le vent de produits herbicides utilisés dans le traitement de champs de céréales.

Dans des essais systématiques, nous avons fait les constations suivantes : la nature des dégâts est identique, qu'il s'agisse de 2-4 D sous diverses formes, sels ou esters, ou de MCPA. Leur intensité par contre est très variable et dépend de la nature du produit, de sa concentration et du stade de développement de la betterave.

Comme on pouvait s'y attendre, les esters du 2-4 D sont de beaucoup les plus toxiques et, à dose égale de matière active à l'hectare, les traitements à bas volume (100 l/ha) provoquent des dégâts beaucoup plus graves que les traitements à volume élevé (600 à 1.000 l/ha). La sensibilité des betteraves est plus marqués quand elles sont jeunes, en particulier au stade 3-4 feuilles.

Les déformations, très spectaculaires au début, consistent essentiellement en une souduré des pétioles qui donnent au bouquet foliaire l'apparence d'une feuille d'Arum. Les jeunes feuilles enserrées dans la gaine cylindrique de ce pétiole unique finissent par la faire éclater et se développent à peu près normalement par la suite.

Des mesures systématiques de richesse ont donné des résultats incohérents. Il semble bien que l'hétérogénéité de la population d'une variété commerciale de betteraves provoque une grande déversité dans les réactions des plantes prises individuellement.

Les travaux qui suivent ont été réalisés en collaboration avec M. le Professeur GAUTHERET et MM. Chablay et Ménard du Groupement technique de Sucreries, ce groupement assumant les frais d'expérimentation.

b) *Essais de désherbage.*

Quatre essais de comportement ont été effectués avec des produits appliqués en préémergence : 2 dans l'Aisne, 1 dans le Calvados, 1 dans la Seine et Marne. On a utilisé un carbamate (Avadex), un 2-4 dichlorophénoxyéthylphosphite (Falone) et le mélange OMU + BIPC (Alipur).

L'Avadex s'est montré inefficace et le Falone toxique pour les betteraves. L'Alipur a donné des résultats satisfaisants, faisant preuve d'une efficacité convenable contre les chénopodes et le Vulpin. Toutefois ce produit est sans action sur les Morelles et, dans un essai (Calvados), il a provoqué un retard assez net dans la végétation des betteraves, retard qui s'est prolongé bien après le démariage.

c) *Etude de l'influence de la nature du terrain sur 3 variétés de betteraves sucrières.*

Dans l'aire d'approvisionnement de la sucrerie de Us, et par conséquent sous des conditions météorologiques voisines, 4 essais ont été mis en place dans des terrains de nature variée : argileux, argilo-calcaire, argilo-siliceux et enfin dans une terre calcaire faiblement argileuse et très caillouteuse. L'un de ces terrains (argilo-calcaire) recevait depuis 4 ans un apport de gadoue à raison de 80 t/ha.

Trois variétés avaient été mises en comparaison : une diploïde Elite-Desprez, une polyploïde Klein Polybeta, une triploïde Tourneur Triplasucre.

Dans les 4 essais, les variétés polyploïdes ont donné des rendements égaux (dans 1 essai) ou supérieurs (dans 3 essais) à la variété diploïde.

Les richesses ont été très différentes : les plus élevées ont été obtenues en terrain calcaire caillouteux, les plus basses sur le terrain ayant reçu des gadoues.

L'imoprtance des écarts observés permet de penser qu'il existe aussi des différences dans la pureté des jus obtenus.

d) *Etude de l'influence de la densité de population sur le rendement en poids et en sucre des betteraves sucrières.*

Six essais de rendement ont été effectués : 4 dans le Soissonnais, 1 en Seine-et-aMrne et 1 dans le Calvados avec 2 variétés, 1 diploïdes et 1 polyploïde démariées de façon à réaliser 5 densités de population : 45 000 - 60 000 - 75 000 - 90 000 - et 105.000 pieds à l'hectare.

Dans l'ensemble, les résultats montrent que le rendement croit avec la population. Cette augmentation est encore plus marquée avec la varéité polyploïde qu'avec la variété diploïde. Les richesses saccharines croissent dans le même sens mais l'augmentation est faible. Ces résultats viennent confirmer ceux acquis pendant les deux années précédentes avec des conditions climatiques très différentes. Il ne semble pas que l'on ait atteint l'optimum avec la plus forte densité (105 000 pieds/ha) mais on est évidemment limité dans ce sens par la diminution corrélative de la taille des betteraves.

Dans la région de Bray-sur-Seine on cultive traditionnellement la betterave avec des densités de population inférieure à 50 000 pids/ha. Dans cette région, les betteraves cultivées à la densité de 105 000 pieds/ha ont donné 14,2 t de betterave et 3 000 kg de sucre en plus à l'hectare que celles cultivées à la densité de 45 000 pieds/ha.

Bien que la saison exceptionnellement favorable ait peut-être accru les différences de rendement, ces chiffres traduisent éloquemment l'intérêt qu'il y a à réviser certaines méthodes de culture dont la valeur n'avait pas été jusqu'ici mise en doute.

STATION CENTRALE DE GENETIQUE ET D'AMELIORATION DES PLANTES

I. — CONCLUSIONS PRATIQUES DES RECHERCHES EFFECTUEES SUR LE DEVELOPPEMENT DE LA BETTERAVE (1)

par J. MARGARA

Nous nous limiterons ici aux quelques conclusions qui présentent un intérêt pour le sélectionneur ou le cultivateur.

Nos recherches effectuées pendant cinq années environ ont porté sur les effets de la vernalisation, de la photopériode et des traitements par l'acide gibbérellique sur le développement de la betterave bisannuelle. C'est la variété de betterave sucrière Klein Wanzleben E qui a été principalement étudiée.

A. — Résultats concernant la vernalisation.

Nous avons tout d'abord vérifié que dans la serre chaude (température moyenne voisine de 20°) la variété bisannuelle étudiée est toujours demeurée en rosette végétative même en jour continu (intensité de l'éclairement d'appoint, 1.000 ou 2.000 lux environ selon les expériences).

Dans les mêmes conditions, les plantes se sont allongées et ont fleuri lorsqu'elles ont été soumises, au préalable, à un traitement par le froid réalisé soit dans les conditions naturelles, à l'extérieur pendant l'hiver, soit dans une chambre froide réglée à + 3°, + 5 ou + 10°.

La durée minimale de séjour à + 5° nécessaire pour assurer la vernalisation parait être comprise entre 1 et 2 mois pour ce matériel génétiquement hétérogène (tableau I).

L'efficacité du traitement par le froid a été nulle lorsque les jeunes plantules n'avaient pas encore formé leurs premières feuilles vraies. Elle a augmenté rapidement entre le stade 2 feuilles et le stade 6 feuilles (tableau II).

---

(1) Voir J. MARGARA - Recherches sur le déterminisme de l'élongation et de la floraison dans le genre *Beta*. Thèse, PARIS, 1960 (Ann. Amél. Plantes, n° 4, 1960).

B. — Résultats concernant l'action de la photopériode agissant après vernalisation.

Lorsqu'après une vernalisation réalisée dans les conditions naturelles par le froid de l'hiver, les betteraves étaient placées dans la serre chaude, nous avons observé généralement l'élongation et la floraison en jour long, le maintien de l'état végétatif en jour court. Lorsque l'action des photopériodes courtes suivait immédiatement la vernalisation, les plantes placées ensuite en jour continu, ont fleuri en jour long ou sont demeurées végétatives suivant le nombre de photopériodes courtes reçu. Le nombre minimum de photopériodes courtes nécessaire pour provoquer la dévernalisation paraît voisin de 60, dans les conditions de nos expériences.

C. — Principaux résultats concernant l'action de l'acide gibbérellique.

Nous avons étudié l'action de traitements par l'acide gibbérellique dans diverses conditions. Les traitements étaient effectués par injection de la solution dans la souche, cette méthode étant beaucoup plus efficace que la pulvérisation du produit sur les feuilles.

Dans la serre chaude en l'absence de toute vernalisation les traitements par l'acide gibbérellique ont provoqué l'allongement de la tige mais ils n'ont jamais déclenché la mise en fleurs (même 33 traitements de 1.500 γ par plante et par traitement effectués en jour continu).

Mais après un séjour au froid d'une durée paraissant voisine du seuil d'efficacité (un mois par exemple), les traitements par l'acide gibbérellique, effectués dans les mêmes conditions, ont augmenté le pourcentage des plantes qui ont fleuri.

Après vernalisation complète, l'acide gibbérellique a avancé la date de la floraison (d'environ une semaine) et a accru l'allongement de la tige lorsque les traitements étaient effectués précocement, en jour long; en jour court (8 heures) ils ont provoqué l'élongation sans la floraison.

***

Trois sortes d'application de nos connaissance sur le cycle de développement de la betterave à la sélection peuvent être envisagées :

1°) Le raccourcissement du cycle de développement par l'emploi judicieux d'un traitement par le froid suivi d'un traitement photopériodique. Il semble que des traitements par l'acide gibbérellique puissent permettre de gagner seulement 8 à 10 jours par rapport au cycle le plus court, mais ne puissent pas permettre de remplacer totalement l'effet de la vernalisation ni l'effet des jours longs après vernalisation.

2°) Il est possible, mais cela ne peut évidemment être fait que dans quelques cas particuliers, d'obtenir le retour à l'état végétatif de plantes ayant déjà produit quelques fleurs par l'emploi de photopériodes courtes agissant en serre chaude.

3°) Une application plus facilement réalisable est l'obtention de clones de 4 à 6 plantes par sectionnement du tubercule et le maintien à l'état végétatif d'une partie du clone pendant un temps plus ou moins long, pendant que l'on peut faire se reproduire, observer au stade floral, ou croiser avec d'autres lignées l'autre partie du clone.

TABLEAU I

INFLUENCE DE LA DUREE DU TRAITEMENT PAR LE FROID SUR LE DECLENCHEMENT DE L'ELONGATION CAULINAIRE

Les plantes, semées en champ le 15 mai 1958, ont été mises en serre le 27 octobre. Elles ont été transportées ensuite en chambre froide (+ 5°) à des dates variables (1), puis elles ont été placées à nouveau en serre (éclairement continu), le 5 janvier 1959.

Durée du traitement par le froid (en jours)	*Nombre de plantes observées*	*Nombre de plantes ayant atteint à la date des observations le stade indiqué (2)*		
		R	T	F
0 (témoin)	10	10	0	0
16	10	10	0	0
31	10	6	1	3
61	10	1	1	8

(1) 5/11, 5/12 et 20/12/1958.

(2) R = Rosette végétative
T = Tige en élongation
F = Boutons floraux ou floraison.

Date des observations : 5 mai 1959.

TABLEAU II

INFLUENCE DE L'AGE DE LA PLANTE SUR LES EFFETS D'UN TRAITEMENT PAR LE FROID

Les plantes, semées en serre à des dotes variables, ont été soumises à l'action d'un traitement à + 3° durant 80 jours (1). Puis elles ont été placées en serre, (éclairement continu).

Date du semis	Age des plantes à la date du transport en chambre froide (jours)	Stade atteint par la plante à la date du traitement (nombre de feuilles formées)	Nombre de plantes observées	Nombre de plantes ayant atteint à la date des observations le stade indiqué (2)		
				R	T	F
18/11/1957	18	2 cotylédons	20	20	0	0
77/11/1957	29	2 feuilles	20	13	1	6
29/10/1957	38	5 à 6 feuilles	20	5	0	15

(1) Du 6/12/1957 au 24/2/1958.

(2) Voir légende, tableau I.

Date des observations : 2 mai 1958.

II. — TRAVAUX EFFECTUES EN 1960 SUR LA SELECTION DE LA BETTERAVE

par J. MARGARA, H. LABY et H. TOUVIN

A. — 1. Comparaison de variétés polyploïdes et de variétés diploïdes.

1°) Un essai comparatif de rendement effectué à la Ferme Expérimentale de La Minière a confirmé la supériorité de certaines variétés polyploïdes. Cette supériorité n'est cependant pas absolue.

2°) L'essai comprenant des dates de semis et de récolte échelonnées, déjà effectué en 1959 (année sèche) a été répété en 1960 (année humide). Ces deux essais ont tout d'abord permis de confirmer les données classiques. Les rendements en sucre sont plus élevés lorsque le semis est précoce (fin mars, début avril) que lorsqu'il est tardif (fin avril, début mai). Ils ont tendance à être plus élevés lorsque la date de récolte est tardive (15 novembre) que lorsqu'elle est précoce (15 septembre). D'autre part, les rendements ont été, dans l'ensemble, beaucoup plus élevés en 1960 (année humide) qu'en 1959 (année sèche).

Dans les conditions qui ont provoqué un faible rendement, l'avantage de la variété polyploïde sur son témoin diploïde a été net. Mais lorsque le rendement a été très élevé (1960, semis précoce), on n'observe plus de différence entre les rendements des deux variétés. L'avantage relatif de la variété polyploïde sur son témoin de type N a été également réduit lorsque le rendement était très faible (1959, semis tardif).

Mais en 1960, dans les conditions du semis tardif (28 avril), le rendement en sucre ayant été moyen, la récolte tardive a accentué la différence entre les rendements des deux variétés, polyploïde et diploïde (voir fig. 1).

Si les résultats de cet essai pouvaient être généralisés, il semblerait donc que l'avantage des variétés polyploïdes sur des variétés diploïdes comparables puisse être légèrement accru par l'allongement de la durée de végétation dans des conditions de rendement moyen mais puisse être réduit ou annulé dans des conditions extrêmes de rendement très élevé ou très faible. Cependant, nous n'avons pas observé d'inconvénients graves entraînés par la polyploïdie. Les histogrammes de la fig. 2 donnant une gamme de variation de la fibrosité dans un ensemble de variétés montrent que les parcelles à racines très fibreuses ou peu fibreuses peuvent correspondre à des variétés polyploïdes ou à des variétés diploïdes.

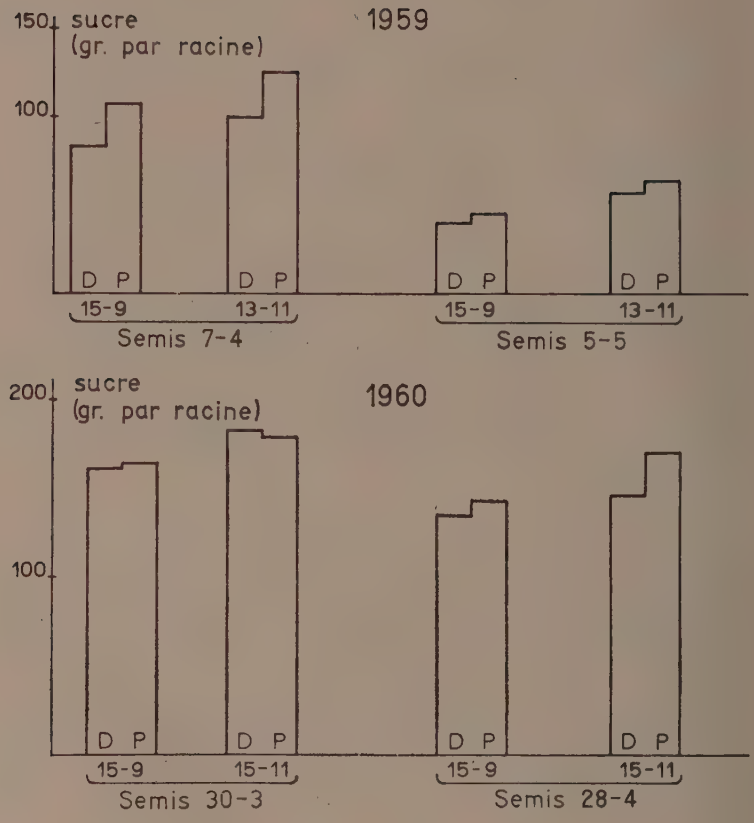


Fig. 1. Rendement en sucre de deux variétés polyploïde et diploïde (Klein Wanzleben Polybeta et N) dans des conditions de semis et de récolte échelonnées.

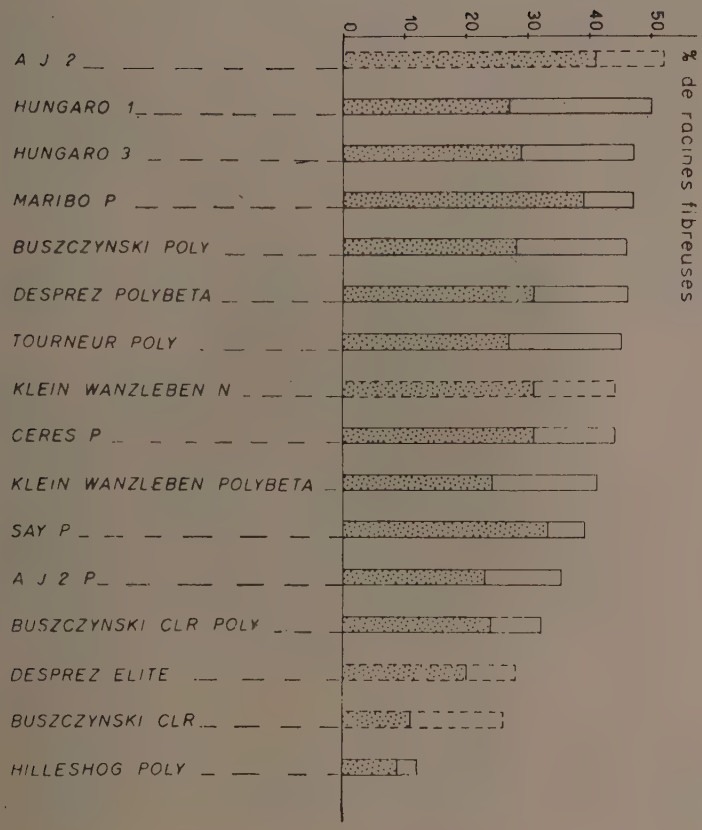


Fig. 2 Comparaison de la fibrosité dans un ensemble de variétés polyploïdes et diploïdes. Les racines ont été réparties en 3 classes : très fibreuses, peu fibreuses, non fibreuses. Seules les 2 premières classes ont été indiquées. Les variétés diploïdes figurent en pointillé.

B. — Sélection.

1°) *Résistance au Cercospora.*

Rappelons que l'objectif poursuivi est l'obtention d'une variété résistante présentant, en l'absence de maladie, un rendement au moins égal à celui des bonnes variétés sensibles. Les méthodes utilisées ont été d'abord l'obtention d'un grand nombre de familles résistantes (500 environ) d'origines différentes, puis test de la faculté d'association entre ces familles, réalisé d'abord par la méthode du polycross puis par celle du top-cross, le parent commun étant une lignée mâle-stérile progressivement améliorée. Cette lignée paraît pouvoir être utilisée pour l'obtention d'hybrides commerciaux.

En 1960, un essai comparatif a été réalisé dans deux sortes de conditions, absence pratique de maladie ou forte infestation. Il a montré que les familles les plus résistantes présentent à la fois des symptômes de maladie atténués dans des conditions de très forte infestation et des pertes de rendement presque nulles dans ces conditions.

Certaines variétés commerciales témoins (CLR et CLR Poly) ont donné, dans cet essai, un rendement comparable à celui de la variété Klein Wanzleben N en l'absence de maladie (tableau III).

Le tableau IV donne les rendements de quatre hybrides obtenus par croisement entre quatre familles et une lignée mâle-stérile commune. Dans des conditions de forte infestation, le poids de la racine des hybrides était supérieur à celui du meilleur parent. La teneur en sucre était voisine de la moyenne des parents dans trois cas sur quatre. Le rendement en sucre était supérieur à celui de la variété résistante témoin dans deux cas, égal au moins dans les deux autres.

2°) *Tolérance à la jaunisse.*

Les observations faites en 1960 confirment que la valeur culturale a été nettement améliorée chez les familles obtenues après deux ou trois recroisements entre le géniteur *(B. maritima)* et des familles sensibles, suivis de deux ou trois générations de croisements frère×sœur.

Les rosettes foliaires axillaires ont été éliminées; la racine présente encore quelques ramifications latérales; le rendement et la teneur en sucre sont comparables à ceux des autres familles en cours de sélection.

La tolérance à la jaunisse est nette mais elle est inférieure à celle du géniteur.

3°) *Polyploïdie.*

Le travail d'obtention de matériel tétraploïde (traitements par la colchicine et tris cytologiques) a principalement porté en 1960 sur des lignées monogermes.

TABLEAU III

Comparaison des rendements en l'absence de maladie et dans des conditions de forte infestation, de variétés sensibles ou résistantes au *Cercospora*

	Plantes traitées			*Plantes contaminées*		
	Teneur en saccharose (en %)	Poids (en g. par racine)	Sucre par racine (en g.)	Teneur en saccharose (en %)	Poids (en g. par racine)	Sucre par racine (en g.)
CLR	18,1	932	169	17,1	799	137
CLR Poly	17,7	944	167	16,6	705	117
Klein CR	17,5	865	151	16,7	767	128
Klein CR Poly	17,0	796	135	16,4	779	128
Klein N	17,2	968	166	15,7	656	103
Desprez N	16,8	795	134	15,2	602	91

TABLEAU IV

Rendement en 1960 de quatre hybrides entre une même lignée mâle-sterile et quatre familles resistantes au *Cercospora* (conditions de forte infection de la maladie)

	Teneur en saccharose (en %)			*Poids (en g par racine)*			*Sucre par racine (en g)*		
	Hybride	Parent le meilleur	Moyenne des parents	Hybride	Parent le meilleur	Moyenne des parents	Hybride	Parent le meilleur	Moyenne des parents
Hybrides	18,3	18,2	17,3	1004	696	673	184	127	117
	17,1	16,7	16,5	941	791	720	161	132	119
	16,6	17,4	16,9	870	846	748	144	147	127
	17,5	18,2	17,3	751	651	650	131	119	113
Parent mâle-sterile		16,4			650			107	
Variétés témoins — Sensible (Klein N)		16,6			658			109	
Variétés témoins — Résistante (Klein CR)		18,0			753			136	

TRAVAUX POURSUIVIS EN 1960 SUR LES INSECTES NUISIBLES A LA BETTERAVE

par L. BONNEMAISON et R. CAYROL
Station centrale de zoologie agricole

I. — PUCERONS

Il a été poursuivi les essais de protection des betteraves contre les pucerons et la Jaunisse par l'enrobage des graines avec des produits endothérapiques, ainsi que l'épandage de ces produits sous la forme de granulés au moment du semis ou après la levée.

Les essais réalisés les années précédentes avaient montré qu'il ne convenait de retenir que le phorate (ou thimet) et le disyston; la toxicité du phorate vis-à-vis des Vertébrés supérieurs est trop élevée pour que l'on puisse envisager son emploi en agriculture.

En 1960, il a été essayé en comparaison avec le disyston, le ménazon (ou PP 175), le diméthoate et le phosphamidon en enrobage des glomérules ou sur des graines enrobées à différentes doses. Le phosphamidon et le diméthoate ont été d'une persistance d'action insuffisante.

Divers essais réalisés en serre ou en plein air ont été décrits dans une note (1) : nous ne mentionnons ici que les résultats des essais réalisés en plein champ sur des parcelles assez grandes. Le semis a été fait le 20 avril; par suite de la sécheresse, la levée n'a débuté que le 5 mai et a été très irrégulière.

Le tableau ci-dessous indique les caractéristiques des lots, le rendement et les pourcentages de plantes présentant les symptômes de la Jaunisse à la date du 10 septembre.

---

(1) L. BONNEMAISON - 1960 - Traitement des semences de betterave avec des produits endothérapiques (*Phytiatrie-Phytopharmacie*, 8, 241-258).

CARACTERISTIQUES DES LOTS	*Rendement*	*% Jaunisse*
A. Témoin	100	71
B. Glomérules traités avec 2000 g disyston MA/quintal	105	66
C. Glomérules traités avec 3000 g disyston MA/quintal	99	62
D. Glomérules non traités semés en mélange avec des granulés de disyston à 5 % à 400 g MA/ha.	104	68
E. Glomérules non traités; épandage le 20 avril en couverture sur la ligne de semis de granulés de disyston à 1250 g MA/ha sur une bande de 10 cm de large	105	43
F. Glomérules traités avec 3000 g MA disyston/Ql; le 24 mai, épandage de granulés de disyston à 400 g MA/ha sur les lignes de betteraves et sur une largeur de 10 cm.	107	40
G. Glomérules non traités; traitement par pulvérisation le 25 mai et le 4 juin avec du déméton méthyle à 700 l/ha et à la dose de 350 g MA/ha.	102	63

Les fortes pluies automnales ont permis une croissance exceptionnelle des betteraves et ont considérablement atténué les augmentations de rendement des divers lots par rapport au témoin.

Tous les traitements ont diminué la population aphidienne; les résultats les moins satisfaisent ont été observés dans les lots B et D.

Des essais ont également été faits avec des graines enrobées renfermant, par kg de graines enrobées, 8 g d'un produit à 1,5 % de mercure du silicate de méthoxyéthylmercure ainsi que 20 % de lindane et, en outre, 16,32 et 40 g de dysiston à 50 % de MA, 25 ou 50 g de ménazon à 80 % de MA. Aux doses de 32 et de 40 g de disyston à 50 % MA/kg de graines, la mortalité des pucerons était presque totale respectivement 40 et 50 jours après le semis mais la croissance des plantes a été fortement ralentie; le ménazon n'a pas fait preuve d'une action phytocide mais l'efficacité contre les pucerons a été assez faible.

En enrobage des semences, le disyston à 3000 g MA/Quintal assure une excellente protection contre les Aphides pendant quatre à six semaines mais la phytotoxicité est souvent très forte, notamment lorsque la croissance des betteraves est lente ; la dose optimale semble pouvoir être fixée à 2500 g MA Quintal. Ce produit est d'une toxicité élevée pour l'homme et les animaux ; en outre, il est difficile de fixer 5 kg de produit commercial par quintal de graines.

C'est pourquoi l'application des insecticides sous la forme de granulée est appelée à se développer ; la phytotoxicité est moins grande que par la méthode de l'enrobage, l'épandage dans la raie de semis ou en couverture, ou la combinaison des deux procédés permet d'obtenir une protection régulière et de longue durée. Cependant, en période de sécheresse, la pénétration de l'endothérapique dans la plantule peut être insuffisante ou irrégulière.

Le but à atteindre est d'entraîner rapidement la mort des pucerons ailés qui parviennent sur les jeunes betteraves et de détruire leur descendance pendant toute la période de sensibilité maximum des betteraves aux pucerons et à la Jaunisse, c'est-à-dire jusqu'au stade 6-8 feuilles ; durant cette phase de croissance active de la betterave, la persistance d'action des produits aphicides de contact ou endothérapiques est courte. L'arrivée des formes ailées du Puceron vert et du Puceron noir débute dans la région parisienne entre le 1er et le 25 mai.

Suivant la date de semis, on pourra donc envisager la protection des betteraves de la façon suivante (2, 3) :

— *Semis précoce.* — L'enrobage des semences ou l'épandage de granulés dans la raie sera souvent inutile car les betteraves auront dépassé la phase sensible au moment de la multiplication des pucerons ; il pourra être éventuellement effectué l'application d'un produit endothérapique sous la forme de granulés en couverture ou en pulvérisation.

— *Semis à une date moyenne* (1er-15 avril pour la région parisienne). — Dans les zones où les pucerons ailés arrivent précocement, le traitement des semences ou l'épandage d'endothérapiques en granulés dans la raie de semis est une technique recommandable : la durée de la protection sera d'environ quatre semaines ; on aura intérêt à appliquer un endothérapique en granulés à la fin du mois d'avril ou, plus tardivement, un traitement aphicide par pulvérisation.

---

(2) L. BONNEMAISON - 1961 - Essais de lutte contre les pucerons et la Jaunisse de la Betterave par l'emploi d'aphicides endothérapiques utilisés en traitement de semences ou sous la forme de granulés (24e *Congrès d'hiver* I.I.R.B.)

(3) L. BONNEMAISON - 1961 - Protection des betteraves-racines et des porte-graines contre la Jaunisse basée sur la lutte contre les vecteurs (*Annales I.N.R.A.*, série Epiphyties, sous presse).

— *Semis tardif.* — Le traitement des semences ou l'application de granulés dans la raie protégera les plantules pendant un mois après le semis; il sera parfois nécessaire, dans le cas d'une forte pullulation, d'épandre des granulés en couverture ou d'effectuer une pulvérisation.

Le traitement des semences ou l'application de granulés permettent de détruire les pucerons d'une façon sélective. Par ailleurs, il convient de maintenir dans les cultures une densité de population satisfaisante des prédateurs (Coccinelles, Syrphes, etc...) et des parasites des pucerons qui apparaissent vers la mi-mai; pour que ces auxiliaires puissent subsister, il est essentiel qu'ils trouvent des hôtes en quantité suffisante dans le courant du mois de juin; les pulvérisation tardives d'aphicides de contact ou endothérapiques sont donc à proscrire.

II. — NOCTUELLES

Les essais de lutte contre les Noctuelles par la technique des appâts au son empoisonné ont été poursuivis avec de nouvelles substances insecticides.

Les recherches ont été réalisées avec des chenilles d'*Agrotis ypsilon* ROTT. à divers âges et poids et ont porté sur 15 insecticides; les divers produits ont été mélangés au son aux concentrations respectives de 1, 2 et 4.

Les chenilles étaient placées individuellement dans des boites en matière plastique, analogues à des boites de Petri, et fortement aérées. Chaque boite renfermait un peu de terre, du son empoisonné et un fragment de feuille de chou.

Les doses indiquées ci-dessous sont exprimées en g de MA kg de son et se rapportent à des chenilles du sixième âge (poids 500-750 mg).

	DL 100	DL diverses
Dieldrine	0,4 g	66 % à 0,2 g
Aldrine	0,4	90 à 0,2
Heptachlore	0,8	66 à 0,4
H.C.H. (en gamma)	1,6	90 à 0,8
Lindane	1,6	90 à 0,8
Chlordane	1,6	80 à 0,8
Toxaphène	1,6	66 à 0,8
Chlorthiépin	0,4	
Diméthoate	1,6	55 à 0,8
Malathion	3,2	66 à 1,6
Dipterex	3,2	66 à 1,6
Gusathion	6,4	66 à 3,2
Sevin	12,8	77 à 6,4
Fluosilicate de baryum	16,0	66 à 8,0

De ces chiffres et des résultats antérieurs, nous pouvons conclure :

1°) L'aldrine et la dieldrine sont hautement efficaces; parmi les substances nouvelles, le chlorthiépin est d'une toxicité remarquable; la mort des chenilles a lieu très rapidement et la DL 100 est vraisemblablement inférieure à 0,4 g MA par kg de son; il en est de même en ce qui concerne la dieldrine et l'aldrine;

2°) Le diméthoate, le malathion et le dipterex n'entraînent une mortalité importante qu'à de fortes concentrations;

3°) Le gusathion, le sevin et surtout l'isochlortion (mortalité 0 % à 16 g MA kg de son) ne présentent pas d'intérêt.

RECHERCHES SUR LES HANNETONS ET VERS BLANCS

Travaux poursuivis en 1960 au laboratoire de lutte biologique de la Minière

par B. HURPIN

Les recherches de 1960 sur les Hannetons et Vers blancs ont été consacrées essentiellement à deux catégories de problèmes : l'étude du déterminisme des régimes et l'examen des possibilités de lutte microbiologique. Dans les deux cas, il s'agit de la poursuite d'études de longue durée, entreprises les années précédentes, et qui erigeront encore plusieurs années de travail avant leur aboutissement.

A. — Déterminisme des régimes.

En dépit des progrès réalisés depuis dix ans dans nos connaissances sur la biologie de *Melolontha melolontha,* les raisons pour lesquelles les grands vols de Hannetons ne se produisent dans une région déterminée que tous les trois ans et par suite, les raisons pour lesquelles il existe différents régimes restent indéterminées. Les explications proposées : races différentes, cannibalisme, restent de simples hypothèses ; aussi, nous nous sommes proposés d'étudier expérimentalement cette question à l'aide de la technique des essais parcellaires utilisés précédemment pour d'autres recherches. Le principe de cette technique consiste à implanter une population connue de vers blancs dans des carrés de 4 m × 4 m par l'intermédiaire de femelles de Hannetons capturées en vol de ponte et disposées sous des cages en filet recouvrant ces carrés.

En mai 1958, 12 parcelles de ce type ensemencées en trèfle blanc furent contaminées à l'aide de 50 femelles par parcelle, donnant ainsi naissance à des larves appartenant au régime II. En mai 1959, 6 de ces parcelles furent de nouveau contaminées par le même nombre de femelles prêtes à pondre prises dans une zone soumise au régime III. Dans ces 6 parcelles nous avions donc la coexistence de vers blancs de deux régimes différents alors que dans les 6 autres parcelles se trouvaient des larves ayant toutes

le même âge. Des sondages périodiques, effectués à raison de 4 trous de 1 4 m2 par parcelle, permirent de suivre l'évolution des populations dans les deux catégories de parcelles. En avril 1961, à la fin du cycle correspondant au premier régime, des filets furent placés sur toutes les parcelles pour capturer les Hannetons à leur sortie de terre, puis les parcelles comprenant deux régimes furent soumises à un retournement complet avec dénombrement des vers blancs.

Les résultats de ces relevés sont résumés dans le tableau I : dans les deux premières colonnes est porté le nombre d'individus récoltés dans l'ensemble des sondages, soit 48 trous, dans la dernière colonne le total des insectes ramassés en fin d'expérience.

TABLEAU I

Evolution des populations de *M. melolontha* suivant le nombre de régimes

	Septembre 1959	*Octobre 1960*	*Avril 1961*
Parcelles à 1 régime	56 L3	14 Ip	148 Ip
Parcelles à 2 régimes	32 L3+78 L2	7 Ip+15 L3	74 Ip+142 L3

D'après ce tableau il apparaît que la coexistence de deux régimes provoque une diminution très sensible de l'importance de l'un d'entre eux, sinon des deux. Par suite de la présence des vers blancs appartenant au régime III le nombre de Hannetons du régime II est réduit de moitié par rapport aux parcelles témoins. Or, l'influence perturbatrice du régime III fut très amoindrie dans notre expérience, du fait de la mortalité considérable survenue chez les œufs et les jeunes stades par suite de la sécheresse prolongée de l'été 1959.

Compte tenu des résultats obtenus dans ces essais préliminaires une expérimentation plus complète est entreprise cette année de façon à bien mettre en évidence ces phénomènes de compétition entre régimes différents et à essayer d'expliquer leur mécanisme.

B. — Lutte microbiologique contre les vers blancs.

Parmi les nombreux microorganismes pathogènes pour les larves de *M. melolontha* nous avons retenu une bactérie sporulée, isolée à différentes reprises de vers blancs récoltés dans diverses régions de France, et qui est très voisine du *Bacillus popilliae*, utilisé aux Etats-Unis depuis près de vingt ans dans la pratique agricole

pour la lutte contre le Hanneton japonais, *Popillia japonica* Newn. Ces bactéries déterminent des maladies dites « laiteuses » à cause de la coloration blanche laiteuse que présente l'hémolymphe des larves atteintes.

a) Les études de laboratoire sur cette bactérie ont été continuées en 1960 pour compléter nos informations sur la sensibilité des trois stades larvaires, les possibilités de transmission par l'adulte, comparer la virulence des différentes souches sur diverses espèces de *Scarabaeidae,* et examiner l'influence de la dose de spores inoculées ou ingérées sur le développement de l'infection.

Ces essais ont montré que la bactérie américaine est très peu pathogène pour *M. melolontha* par contamination de la terre et que le germe isolé de notre espèce indigène est spécifique de la sous-famille des *Melolonthinae : Melolontha, Amphimallon, Rhizotrogus.*

Les trois stades larvaires ont dans l'ensemble la même sensibilité à la maladie, dont le développement dépend essentiellement de la température ambiante : il faut plus de 15° C pour que la sporulation se produise. Le nombre de spores n'a d'influence marquée qu'en dessous d'un seuil inférieur qui est voisin de 10.000 spores par individu par injection et de 100.000 spores par gramme de terre en élevage au laboratoire.

Le germe est capable de se multiplier dans un insecte en métamorphose, mais sa transmission par l'adulte paraît exclue du fait de la mortalité qui intervient chez les prénymphes ou nymphes infectées et à cause de la virulence pour les insectes parfaits.

Au laboratoire, l'incorporation de la préparation à base de spores, obtenue par mélange à du carbonate de chaux ou à du kaolin du broyat de vers blancs malades infectés par inoculation intralymphale, à un engrais tel que les scories, le nitrate de soude ou le superphosphate ne paraît pas altérer la virulence de cette poudre.

En collaboration avec le service des vaccins de l'Institut Pasteur de Paris la mise au point d'un milieu de culture artificiel assurant la sporulation du germe a été poursuivie. Un milieu a permis d'obtenir la formation de spores atypiques qui, inoculées au ver blanc, causent un septicémie et la mort, mais les malades ne présentent pas les symptômes caractéristiques. Cependant une véritable maladie laiteuse se déclare après inoculation intralymphale à des larves saines d'hémolymphe prélevée sur ces malades atypiques.

b) Les essais parcellaires entrepris en 1958 et en 1959 dans le département de la Sarthe pour examiner le rôle des facteurs écologiques sur le développement de la maladie et mettre en évidence la possibilité et les modalités d'emploi de cette bactérie comme

méthode de lutte contre les vers blancs, ont dû être recommencés en 1960 à la suite de la sécheresse exceptionnelle de l'été 1959 qui a détruit la quasi totalité des pontes et des jeunes larves.

Ces parcelles, du même type que celles décrites dans le paragraphe précédent, sont installées à Marolles-les-Brault, Juillé, et Sillé-le-Guillaume.

— A Marolles-les-Brault, 12 carrés de 4 m×4 m ont été délimités dans une prairie naturellement contaminée par la maladie laiteuse. Pour déterminer l'influence de la densité des larves sur le développement de la maladie dans un sol où elle existe à l'état latent, 4 de ces parcelles ont été peuplées avec 20 femelles, 4 avec 40 femelles et 4 avec 80 femelles.

— A Juillé, l'essai comporte 18 carrés destinés à contrôler en plein champ l'efficacité insecticide de la bactérie mise en évidence au laboratoire : la moitié des parcelles a été arrosée en septembre 1958 avec un broyat de larves de façon à disperser 7 milliards de spores par m2, l'autre moitié servant de témoin. Cette expérience a également pour but, parallèlement à l'essai de Marolles, de déterminer la densité minima de larves compatible avec la propagation de la maladie : 1/3 des parcelles a été peuplé en vers blancs par 20 femelles, 1/3 par 40 femelles et 1/3 par 60 femelles.

— A Sillé-le-Guillaume, 28 parcelles ont été mises en place en 1959 pour étudier le rôle de la dose de spore et de la date d'application.

En 1960, les parcelles de Juillé et de Sillé-le-Guillaume ont été réinfestées en larves par des femelles prêtes à pondre capturées en Eure-et-Loir.

Les traitements furent réalisés dans les parcelles de Sillé-le-Guillaume en novembre 1959 et en avril 1960 avec des suspensions de spores de façon à obtenir les doses envisagées : 4,16 et 64 milliards de spores par m2.

Des sondages, à raison de 4 trous de 1/4 m2 par parcelle, furent effectués en juin et en septembre pour évaluer les populations larvaires et dénombrer les malades soit au moment du contrôle soit au cours des deux mois d'élevage en laboratoire faisant suite à la récolte dans la nature. Le tableau II résume les résultats enregistrés :

TABLEAU II

Résultats des sondages de septembre 1960 dans les parcelles expérimentales

Localités	*Essais*	Nombre de parcelles	*Nombre moyen de larves au m2*
Juillé	Parcelles traitées peuplées par 20 femelles	3	13 L2
	Témoin	3	11 L2
	Parcelles traitées peuplées par 40 femelles	3	20 L2
	Témoin	3	27 L2
	Parcelles traitées peuplées par 60 femelles	3	33 L2
Sillé-le-Guillaume	Témoin	3	33 L2
	Témoin	4	4 L3 + 27 L2
	Traitées à raison de :		
	4.10^9 spores/m2	8	6 L3 + 25 L2
	16.10^9 spores/m2	8	4 L3 + 25 L2 (2 malades parmi L3)
	64.10^9 spores/m2	8	3 L3 + 29 L2
Marolles-les-Brault	Parcelles peuplées par 20 femelles en 1958	4	3 L3 (2 malades)
	Parcelles peuplées par 40 femelles en 1958	4	2 L3
	Parcelles peuplées par 80 femelles en 1958	4	3 L3 (1 malade)

Il apparaît que :

— les densités en Vers blancs sont bien fonction des nombres de Hannetons mis sous filets recouvrant chaque parcelle, ce qui confirme la validité de la méthode utilisée, déjà mise en évidence auparavant,

— dans les terres naturellement infectées par la maladie, où celle-ci est bien établie, depuis un temps indéterminé, les Vers blancs se contaminent au cours de leur deuxième année, même lorsqu'ils sont en petit nombre (parcelles de Marolles-les-Brault).

A la suite d'un traitement par la maladie celle-ci ne semble pas intervenir sur les larves de première année : aucun des L2 récoltés à Juillé ou à Sillé n'était atteint. Les vers blancs ne contractent la maladie que lorsqu'ils sont au troisième stade, pendant l'été de la deuxième année. Or les larves de ce stade ont disparu des parcelles de Juillé et leur densité est très faible à Sillé-le-Guillaume ; ce qui expliquerait le petit nombre d'individus infectés. C'est donc en 1961 que la maladie doit se manifester et ce sont les sondages de cette année qui permettront de donner les premiers résultats de nodtre expérimentation.

Cette possibilité de contamination limitée à une époque déterminée du cycle évolutif est vraisemblablement due à la moindre activité des larves pendant la première et la troisième année, ainsi qu'à une température du sol insuffisante, puisque les essais de laboratoire ont montré que la prolifération et la sporulation du germe ne s'effectuent qu'au dessus de 15°.

c) *Les prospections extensives* en plein champ, entreprises en 1957 dans plusieurs communes du Nord de la Sarthe où la maladie a été décelée, ont été poursuivies en 1960. En juin, près de 50 prairies et champs cultivés furent sondés à raison de 10 trous à l'ha, à Marolles, Segrie et Sillé-le-Guillaume. Ces sondages confirmèrent la faible infestation en vers blancs de toute la région : 3 larves au m2 en moyenne. Par rapport à septembre 1959, on enregistre une mortalité de 50 % dans la plupart des cas et de plus de 80 % dans les plantes sarclées.

La récapitulation des populations larvaires trouvées lors des différentes séries de sondages faites depuis 1957 fait ressortir des phénomènes non signalés jusqu'à présent dans la biologie des vers blancs : la mortalité est importante aussi bien pour les larves du deuxième stade (première année) que pour celles du troisième stade (deuxième année) et non pas pendant l'hiver comme il est généralement mentionné.

En ce qui concerne la maladie laiteuse, ces prospections confirment les données fournies par les essais parcellaires : les larves malades ne se rencontrent qu'au cours de l'année qui suit les vols de Hannetons, elles se remarquent même si les densités d'insectes sont relativement faibles.

Cette action de la maladie laiteuse étudiée sur des populations peu importantes de vers blancs est à retenir dans le cas de plantes sarclées telles que la betterave dont le seuil de tolérance est peu élevé. C'est là une propriété intéressante de ce germe, qui, d'après l'expérience des collègues américains, est disséminé dans le sol par la décomposition des cadavres contenant de 5 à 10 milliards de spores douées de grandes facultés de résistance et qui sont susceptibles de contaminer d'autres vers blancs appartenant soit à la même génération, soit à une génération ultérieure.

C'est ce processus de multiplication naturelle que nous nous proposons de suivre au cours des années à venir.

La Minière, juin 1961.

COMPTE RENDU DES TRAVAUX EFFECTUES AU COURS DE L'ANNEE 1960 SUR LA PEGOMYIE PAR LE LABORATOIRE DE RECHERCHES DE LA CHAIRE DE ZOOLOGIE DE L'E.N.A. DE RENNES

par J. MISSONNIER

Au cours de l'année 1960, le travail effectué par le laboratoire de Zoologie, appuyé sur les observations des années antérieures, a eu pour but de prouver qu'il est facile de mettre au point un système de prévision des attaques de Pégomyie. Des relevés extérieurs ont donc été effectués de manière systématique, pendant le cours du printemps et de l'été, pour suivre l'évolution des populations.

Evolution de la Pégomyie pendant l'année 1960

La chaleur et la sécheresse prolongées qui ont caractérisé l'année 1959 ont mis un point final aux pullulations qui sévissaient depuis 1953 ; elles avaient été rendues possibles par la succession de plusieurs années à étés doux.

Il n'y a eu aucune attaque de Mouche de la betterave au cours du mois de mai 1960 ; cet insecte a été signalé dans quelques rares localités de la Seine-et-Oise, de la Seine-et-Marne et de l'Oise, sans qu'il y ait commis le moindre dégât

Dès le mois de juillet, la deuxième génération prenait un développement notable dans l'Oise et le nord de la Seine-et-Oise et de la Seine-et-Marne.

La troisième génération a eu une grande importance dans les départements suivants : Somme, Aisne, Oise, nord de la Seine-et-Oise et de la Seine-et-Marne. Dans cette zone, quelques petites régions naturelles ont été plus particulièrement touchées : Plaine de France, Vexin, Valois, Santerre, Vimeu, Marquenterre. Partout le taux de parasitisme larvaire et nymphal a été faible.

Conclusions.

1°) Il était possible au 30 septembre 1960 de prévoir qu'il y aurait des dégâts au cours du printemps suivant dans les régions citées (Cela a été effectivement observé). Ce type de prévisions peut être réalisé tous les ans, à peu de frais et avec une bonne sûreté ; il suffit pour cela d'effectuer quelques relevés de population dans plusieurs champs d'une région donnée, entre le 10 et le 25 septembre.

2°) Pour que les populations de Pégomyie atteignent un niveau suffisant pour commettre des dégâts, il faut que deux générations au moins puissent se développer librement, que les températures de l'été soient toujours inférieures à la normale (c'est là une nouvelle confirmation de résultats antérieurs).

3) Les pullulation observées de 1953 à 1958 et en 1960 n'offrent pas les mêmes caractères : les premières avaient débuté dans une étroite zone du littoral normand et s'étaient étendues ensuite « en tache d'huile ». Celles de 1960 ont intéressé de suite une vaste région naturelle située plus à l'intérieur des terres (Bassin de la Somme et de l'Oise).

PUBLICATION

En collaboration avec P. PORTIER et H. SIMON : *La Pégomyie de la Betterave* : situation en septembre 1960 et prévisions d'attaques pour 1961. PHYTOMA n° 28, 18-23, 1961.

B. — TRAVAUX SUR LES VIRUS DU TYPE JAUNISSE

par E. PERDRIZET et G. MACQUAIRE

Nous avons poursuivi, cette année, les travaux qui avaient été entrepris précédemment sur les déviations du métabolisme provoquées par les virus du type « jaunisse » sur les plantes qu'ils attaquent.

Comme nous l'avons déjà indiqué, nous avons fait porter l'essentiel de notre effort sur l'étude de l'enroulement de la pomme de terre. Nous avons choisi cette maladie, très voisine, dans ses manifestations, de la jaunisse de la betterave, pour des raisons essentielles d'homogénéité du matériel d'étude, indispensable pour des analyses de grande précision. Les différents essais que nous avions pu faire sur la jaunisse de la betterave nous avaient donné de très fortes variations entre des plantes qui auraient dû être semblables : ceci doit être attribué à la grande hétérogénéité des populations de betteraves, mais également aux nombreuses variations qui ont été établies entre les différents types de virus qui provoquent la jaunisse de la betterave. Ces difficultés sont très nettement diminuées avec le virus de l'enroulement de la pomme de terre. Nous avons donc décidé d'approfondir nos recherches dans ce domaine, en comptant les vérifier et les appliquer, une fois qu'elles auront été bien précisées, aux autres virus du type jaunisse et notamment à la jaunisse de la betterave.

Les premiers essais que nous avons effectués cette année, nous ont donné des résultats intéressants sur le métabolisme des sucres et des acides aminés. Par la technique des traceurs radioactifs, grâce à laquelle nous avons pu comparer le métabolisme du $^{14}CO_2$ absorbé par photosynthèse par des plantes saines et malades, et par le dosage des différents composés ainsi marqués, nous avons pu mettre en évidence les différents phénomènes suivants dans les feuilles et les tiges de pommes de terre atteintes d'enroulement :

1) Une accumulation considérable des différents composés glucidiques, amidon, saccharose, glucose et fructose. Ce phénomène déjà bien connu, a cependant pu être précisé sur certains points :

— d'une part, un ralentissement très net de la synthèse des sucres réducteurs, par rapport à celle du saccharose, au stade où nous avons prélevé les plantes (symptômes nettement extériorisés) ;

— d'autre part une accumulation beaucoup plus forte de fructose que de glucose.

2) des différences frappantes au niveau de plusieurs acides aminés :

— disparition le plus souvent totale de la sérine, et diminution très sensible de l'acide aspartique ;

— accumulation d'acide γ amino-butyrique et de proline.

Ces différents phénomènes que nous avons retrouvés à plusieurs reprises et sur différentes variétés de pommes de terre, ne peuvent pas encore être interprétés quant à leur rôle dans le développement de la maladie. Nous reprenons actuellement une étude dynamique de ces phénomènes depuis le moment de l'inoculation jusqu'à l'apparition des symptômes.

Nous pensons que l'un ou l'autre de ces phénomènes de déviation du métabolisme pourra être utilisé, à plus ou moins brève échéance, pour l'obtention d'une méthode de diagnostic des plantes malades, avant l'apparition des symptômes, qui sont encore, pour l'instant, le seul test précis permettant de séparer les plantes saines et malades. Un tel test, une fois mis au point pour l'enroulement de la pomme de terre, pourra être essayé sur la jaunisse de la betterave.

ETUDES SUR LES MALADIES DE LA BETTERAVE EFFECTUEES EN 1960, A LA STATION CENTRALE DE PATHOLOGIE VEGETALE

En 1960, deux équipes de chercheurs ont poursuivi les études sur des maladies cryptogamiques et sur la Jaunisse de la betterave.

A. — ETUDES SUR LES MALADIES CRYPTOGAMIQUES

par H. DARPOUX, A. LEBRUN et B. de LA TULLAYE

I. — MILDIOU DE LA BETTERAVE (Peronospora Schachtii)

Les études concernent certains points de la biologie du parasite (formation des oospores, formation des conidies, influence des porte-graines sur la contamination des plantules). Des essais au champ réalisés à La Minière (près de Versailles) et à Ouainville (Seine-Maritime), ont permis de préciser les stades de réceptivité de la plante-hôte, l'efficacité de traitements et l'influence de la maladie sur la betterave.

1. — *Formation des oospores.*

Les oospores ne se sont formées que sur des feuilles assez âgées, ayant sporulé, et plus ou moins desséchées, placées à des températures comprises entre 16° et 24° (optimum 20°). On n'a pas obtenu d'oospores avec des feuilles conservées à forte humidité

2. — *Formation des conidies.*

On a étudié la formation des conidies sur des feuilles mildiousées après avoir éliminé par lavage les fructifications déjà existantes.

Les feuilles atteintes depuis plus de huit jours, mises en chambre humide (boîte de Pétri) à différentes températures, n'ont pratiquement pas sporulé à nouveau.

Par contre, des jeunes feuilles récemment attaquées, ont donné de nouvelles conidies comme le montre le tableau ci-dessous :

Sporulations après 3 jours

Température	Boites à 100 % d'humidité	Boîtes légèrement humides
0°	0	0
4°	0	0
6°	+ +	0
8°	+ + +	+
10°	+ + + +	+
12°	+ + + + +	+ +
14°	+ + + +	+
16°	+ + + +	+ +
20°	+ + +	+
24°	0	0

Les conidies peuvent se former en 6° et 20°, l'optimum se situant vers 12°. A cette dernière température, des conidies encore éparses, sont déjà apparues après 12 h. Plus on s'éloigne de l'optimum, plus le temps nécessaire à la formation est long : à 6° et à 20°, il faut environ 3 jours pour obtenir des conidies en nombre appréciable.

L'atmosphère saturée est favorable.

En boîte de Pétri, les conidiophores et les conidies se forment de préférence à la face supérieure et sur les bords du limbe, alors que dans la nature on les trouve surtout à la face inférieure.

3. — *Inoculations - Stades de réceptivité de l'hôte.*

Des conidies fraîches, en suspension dans l'eau, ont été pulvérisées après un arrosage général, le 4 juillet au soir, sur des plantes à différents stades de végétation :

1 — 2 cotylédons

2 — 2 cotylédons + 2 feuilles

3 — 4 feuilles

4 — 10-12 feuilles

5 — 14-16 feuilles

Une pluie est survenue le lendemain 5 juillet.

Après une incubation de 8 jours, les symptômes sont apparus. Une notation du nombre de plantes malades a été faite 15 jours après la contamination.

Stade de végétation à l'inoculation	*% de plantes malades*
1	24
2	15
3	10
4	0
5	0

Les plantules sont donc particulièrement sensibles dès la levée. La sensibilité diminue avec l'âge. A partir du stade 10-12 feuilles, les plantes semblent peu sensibles; ces plantes n'ont pas été contaminées naturellement par la suite malgré le voisinage de plantes portant des conidies.

4. — *Influence des porte-graines sur la contamination des plantules.*

Des betteraves infectées en 1959 ont été conservées en silo, puis plantées le 6 avril 1960. Sur ces porte-graines le Mildiou est apparu le 1er mai. Entre les rangs, on a effectué un semis de betteraves le 22 avril. Le 20 mai, le Mildiou s'est manifesté sur plus de 25 % des plantules qui étaient alors au stade 4 feuilles + 2 petites feuilles.

Les porte-graines infectés semblent donc jouer un rôle important comme source d'inoculum susceptible de déclencher des attaques importantes dans les cultures de betteraves industrielles.

5. — *Essai réalisé à La Minière* (Seine-et-Oise).

Cet essai avait pour but de mettre au point une méthode d'inoculation au champ, de préciser les stades de réceptivité de la plante, et de juger l'action de traitements préventifs.

On a utilisé la méthode des blocs avec 6 répétitions. L'inoculation a été effectuée :

parcelles 1 - au stade 2 cotylédons + 2 feuilles (17 mai)

parcelles 2 - au stade 6 feuilles (31 mai)

parcelles 3 - au stade 14 feuilles (22 juin)

...en pulvérisant une suspension de conidies à la tombée de la nuit, sur des parcelles de 20 lignes × 10 mètres. La moitié de chaque parcelle a reçu un traitement avec un sulfate basique de cuivre micronisé (à 50 % de Cu.) à 1 %, à la veille de l'inoculation.

Les notations ont été faites le 31 mai (stade 6 feuilles), le 10 juin (stade 8-10 feuilles) et le 29 juin.

	malades sur environ 300 plantes (total des 6 répétitions)		
	31 Mai	*10 Juin*	*29 Juin*
parcelles 1 *a* non traitées	11	12	19
b traitées	0	0	12
parcelles 2 *a*	0	0	14
b	0	0	1
parcelles 3 *a*	0	0	2
b	0	0	1

6. — *Essai effectué à Ouainville* (Seine-Maritime) (1)

Cet essai avait pour but de préciser les stades de réceptivité de la plante-hôte et de juger l'action de traitemens préventifs.

Il a permis en outre d'étudier l'influence de la maladie sur le rendement en poids des betteraves, sur la formation de cavernes et de crevasses dans la racine, sur la longueur des collets, sur la morphologie de la racine, sur la densité, le volume des jus, l'insoluble formique et la teneur en matières minérales.

(1) Cet essai a été réalisé en collaboration entre les services de l'I.N.R.A. et ceux de l'I.T.B. (Service de M. DURGEAT). Les observations ont été faites principalement par J. MAILLARD, I.N.R.A. ROUEN et par S. WATTIEZ, I.T.B. ROUEN; les analyses chimiques par R. FILLOQUE, C.A.H.N. ROUEN.

Nous remercions vivement ces agents de leur précieux concours, ainsi que M. TASSEL, qui a mis aimablement le champ d'essai à notre disposition.

a) *Disposition de l'essai.*

Les parcelles de 10 m×20 rangs, étaient réparties dans 6 blocs. On a réalisé une contamination artificielle, en pulvérisant une suspension de conidies de *Peronospora Schachtii,* aux dates et stades de végétation suivants :

parcelles I - le 4 mai au stade 2 cotylédons + 2 petites feuilles, après une pluie suivie de beau temps;

parcelles II - le 24 mai au stade 4 feuilles + 2 petites feuilles, après une pluie suivie de beau temps;

parcelles III - le 15 juin au stade 12 feuilles, par beau temps (pluie 4 à 5 jours plus tard).

La moitié de chaque parcelle (b) a reçu un traitement à la veille ou juste avant la contamination avec un produit à base de sulfate basique de cuivre contenant 35 %de Cu. et utilisé à 1 p. cent.

L'autre moitié n'a pas été traitée (a).

b) *Evolution du Mildiou.*

Chaque plante a été suivie pendant toute la durée de l'essai. Les betteraves malades ont été piquetées dès l'apparition des symptômes. On a noté les différentes anomalies, apparition de cavernes, disparition des symptômes, etc...

Les attaques ont surtout été importantes dans les parcelles I a, les symptômes s'étant manifestés surtout au cours de la période du 30 mai au 30 juin (200 plantes malades à cette date sur l'ensemble des 6 répétitions de ces parcelles). Par la suite, les symptômes ont disparu sur de nombreuses plantes, les feuilles restantes présentant un aspect sain.

Le tableau ci-dessous donne les principaux résultats :

Parcelles	nombre total de plantes ayant manifesté des symptômes sur environ 1.800 plantes (somme des 6 répétitions)	
	a (partie non traitée)	b (partie traitée)
I	280	70
II	135	70
III	105	60

Ces résultats montrent que la plante est particulièrement sensible au stade cotylédonnaire. Sa résistance semble augmenter avec le développement de la végétation.

Les traitements préventifs ont eu un effet certain, surtout sur les premières manifestations de la maladie.

Ainsi le 8 juin, dans les parcelles I, on notait un total de 105 plantes malades dans les parties *a* et seulement de 15 plantes malades dans les parties *b*.

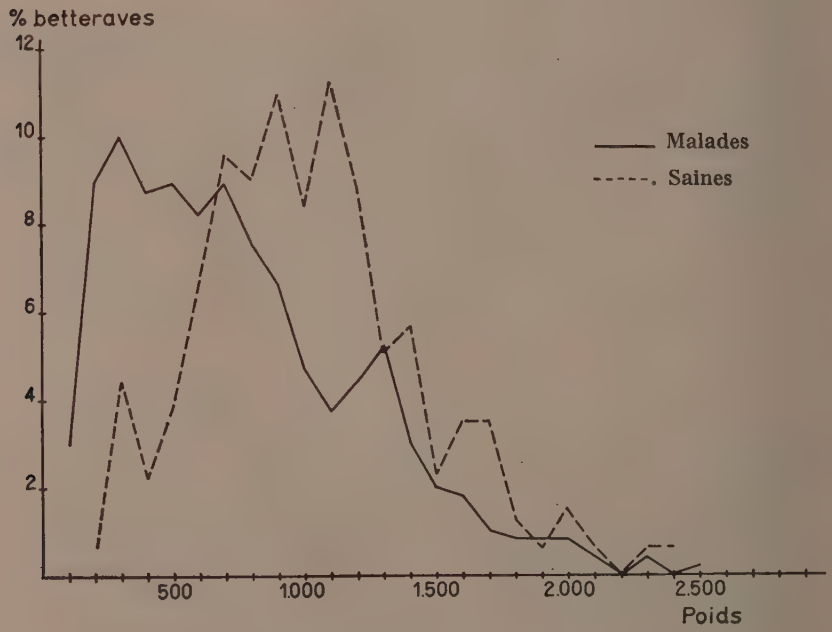
On a récolté séparément dans chaque parcelle les betteraves ayant, en cours de végétation, présenté des symptômes de Mildiou, et celles apparemment saines.

c)) *Poids des betteraves récoltées.*

On a pesé séparément chaque racine après décolletage. Le graphique 1 donne la répartition des betteraves en fonction des poids individuels. Le tableau ci-dessous indique la moyenne obtenue pour chaque catégorie.

	Poids moyen en g d'une racine	
Parcelles	plante malade	plante saine
a. non traitées	717	1001
b. traitées au Cu.	854	1108

L'analyse statistique des résultats n'a pas encore été faite. Mais il semble que le poids des racines de plantes malades est assez nettement inférieur à celui des plantes saines. La diminution serait de l'ordre de 15 à 30 %.



Graphique 1. — Courbes de répartition des betteraves en fonction des poids individuels.

d) *Influence sur le rendement.*

Si l'on considère les parcelles I, où la contamination a été la plus forte, la diminution de rendement à l'hectare entre les parcelles *a* et *b* serait d'environ 15 %.

e) *Cavernes, crevasses, racines fourchues, collets longs.*

Le tableau ci-dessous indique le pourcentage de racines présentant ces particularités.

	Cavernes	*Crevasses*	*Racines fourchues*	*Collets longs*
plantes malades des parties *a*	40,1	10,2	13,1	29,8
plantes malades des parties *b*	33,8	11,5	16,9	25,6
plantes saines des parties *a*	16,6	6,1	8,3	0
plantes saines des parties *b*	16,1	4,4	3,3	0

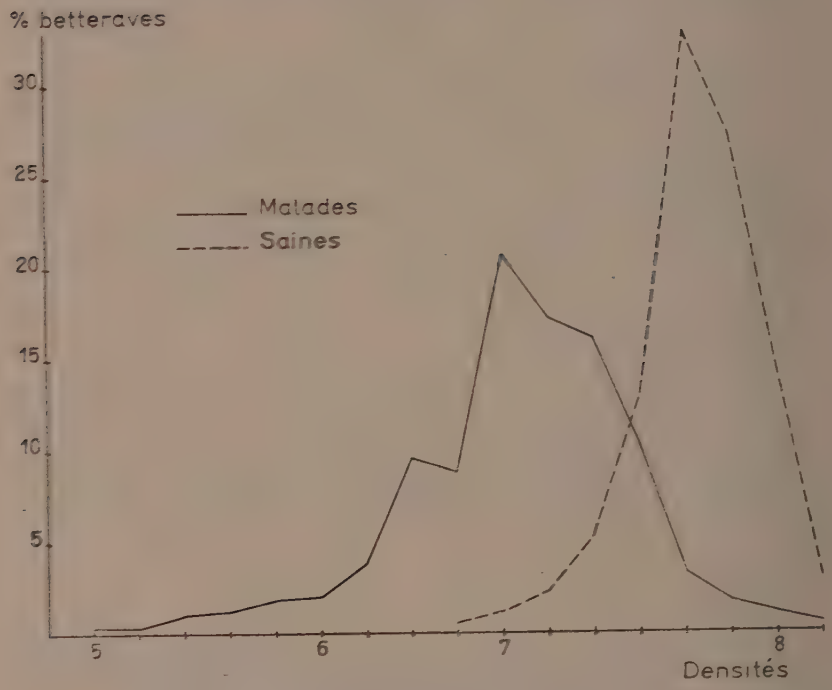
Le Mildiou semble provoquer ou favoriser la formation de crevasses et surtout de cavernes. Le nombre de racines fourchues est plus élevé. Enfin les plantes malades ont dans un fort pourcentage, des collets allongés.

f) *Densité.*

Le graphique 2 indique la répartition des betteraves en fonction des densités. La densité moyenne pour chaque catégorie est la suivante.

	Densité moyenne
plantes malades des parties *a*	6,8
b	6,6
plantes saines des parties *a*	7,5
b	7,6

On constate une diminution de densité de 0,8 à 1 chez les plantes malades.



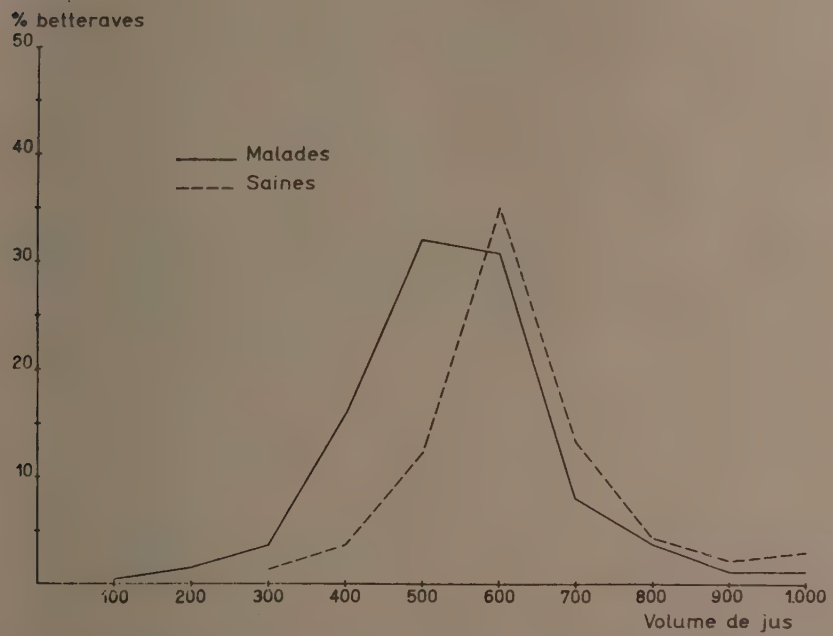
Graphique 2. — Courbes de répartition des betteraves en fonction des densités.

g) *Volume des jus.*

La répartition des betteraves en fonction des volume de jus est donnée dans le graphique 3. La moyenne du volume des jus par catégorie fait l'objet du tableau ci-dessous.

	Volume des jus par racine	*en c.c. (moyenne)* par kg de poids frais
plantes malades des parties *a*	378	494
b	480	524
plantdes saines des parties *a*	574	549
b	631	570

La réduction du volume des jus par racine est importante chez les betteraves mildiousées.



Graphique 3. — Courbes de répartition des betteraves en fonction des volumes de jus.

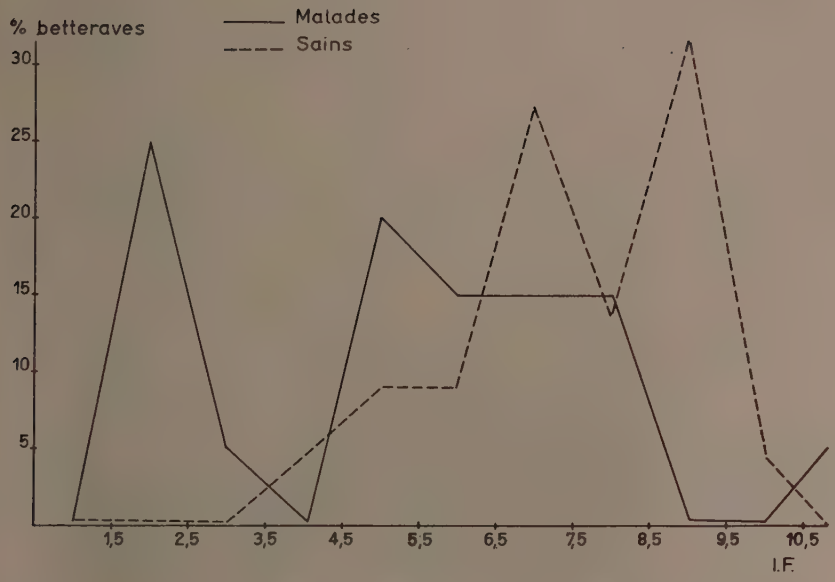
h) *Insoluble formique.*

L'insoluble formique a été déterminé sur 1 gr de substance sèche broyée, par racine, que l'on a mis à digérer pendant une demi-heure au bain-marie bouillant avec 20 cc. d'acide formique à 80 %. Après agitation, l'insoluble a été filtré, lavé à l'acide formique bouillant puis à l'eau chaude jusqu'à neutralité, séché à l'étuve à 105° et pesé. On a ensuite calciné au moufle à 550° et pesé les cendres. L'insoluble formique correspond à la différence entre les deux pesées.

Le dosage a été effectué sur des racines prélevées dans les parcelles I, sur une vingtaine d'échantillons par lot.

		Insoluble formique	
		% de matière sèche	% de matière fraîche
plantes malades des parties	*a*	30,4	4,9
	b	35,9	5,7
plantes saintes des parties	*a*	47,3	7,5
	b	48,2	7,5

Le graphique 4 donne la répartition des insolubles formiques suivant l'échantillonnage. On peut constater qu'il existe un sommet entre 1,5 et 2,5 correspondant à des plantes malades et un autre entre 7,75 et 8,75, correspondant à des plantes saines. Dans la partie intermédiaire entre 4,75 et 6,75, on trouve des plantes malades et saines.



Graphique 4. — Répartition des insolubles formiques

Cette répartition permet de formuler 3 hypothèses :

1. — Sous l'influence du Mildiou l'insoluble formique est fortement diminué ;

2. — La population de betteraves (triploïdes) était formée de 3 groupes différents au point de vue de la sensibilité à la maladie et de la teneur en insoluble formique ;

3. — Les 2 phénomènes précédents seraient intervenus.

i) *Matières minérales.*

	matières minérales % de poids sec
plantes malades des parties *a*	6,4
plantes malades des parties *b*	5,6
plantes saines des parties *a*	4,3
plantes saines des parties *b*	3,9

La teneur en matières minérales est plus élevée chez les plantes malades.

Le rapport $\frac{\text{Densité}}{\text{Matières minérales}}$ est voisin de 1 chez les plantes malades.

» 2 » saines.

II. — CERCOSPORIOSE DE LA BETTERAVE (Cercospora beticola)

1°) *Durée de la contamination :*

On a poursuivi l'étude de la durée de la contamination (temps pendant lequel un produit préventif est efficace à partir de l'apport de l'inoculum) en fonction de la température. L'essai a été réalisé sur des plantes âgées de 4 mois. Après y avoir pulvérisé des conidies de *Cercospora beticola*, on a mis les plantes des temps variables en cage climatisée à 95-100 % d'humidité et à température définie. A la sortie des cages, les plantes ont été traitées avec un produit à base d'oxychlorure de cuivre (à 50 % de Cu.) utilisé à 0,5 %. Le tableau ci-dessous indique le nombre moyen de taches par feuilles apparues sur les différentes plantes après la durée d'incubation, pour les températures comprises entre 18° et 31°.

Nombre de jours	Durée de la contamination en fonctionde la température n. moyen de taches par feuille (x= très nomb. taches) Températures								
	18°	20°	22°	23°	24°	25°	27°	28°	30-31°
1	1	0	0	0	0	2	0	2,5	0
2	0	3	3	3	8	4	10	11	0
3	1	7	2,5	5	2	2	28	14	5,4
4	2	14	10	16	11	24	35	30	11
5	5	21	28	25	38	50	60	70	33
6	33	70	80	100	76	74	78	88	68
7	68	X	X	X	X	X	80	92	X

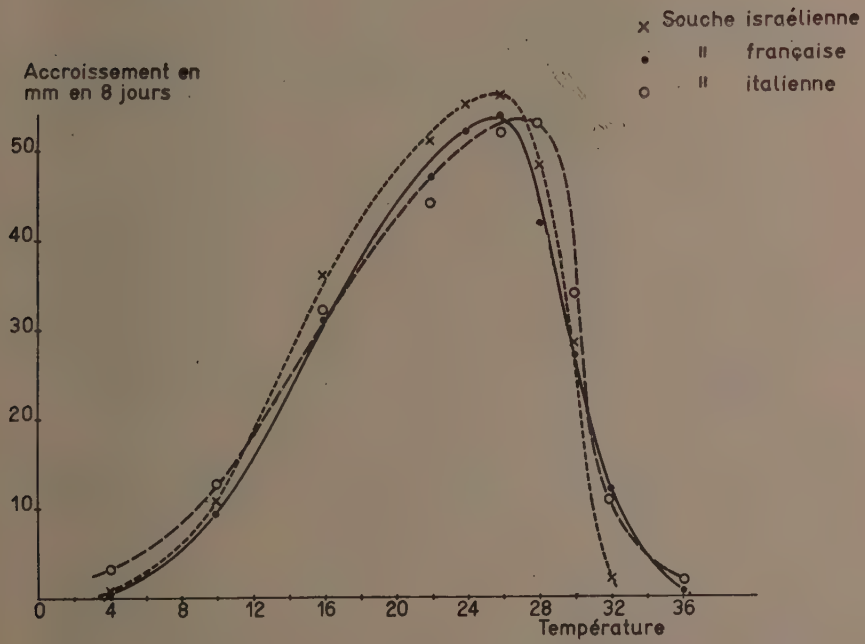
On constate que le nombre de taches commence à devenir important :

du 2e au 4e jour à 27°
du 3e au 4e jour à 28°
le 4e jour à 25°
du 4e au 5e jour à 24°, 23°, 22°, 20° et 30-31°.
le 6e jour à 18°.

2°) *Comparaison de souches de Cercospora beticola.*

On a comparé la croissance de 3 souches (v = isolée à Versailles, It = isolée en Italie, Is = isolée en Israël) sur milieu gélosé à base de pommes de terre, en fonction de la température.

Les courbes obtenues sont assez voisines (3° à 36°); cependant chez la souche Italienne l'optimum est un peu plus élevé que pour les autres (28° au lieu de 26°). Ces résultats ont été confirmés par des cultures faites en milieu liquide, puis desséchées au four à infrarouge et pesées.



Graphique 5. — Croissance, en fonction de la température, de 3 souches de CERCOSPORA BETICOLA.

3°) *Efficacité de traitements effectués à différentes dates par rapport à l'apport de l'inoculum.*

L'action de plusieurs fongicides appliqués soit avant, soit après les spores, a été comparée.

L'inoculum a été apporté dans le champ d'expérience le 25 juillet (pulvérisation de spores).

Les traitements ont été effectués sur différentes parcelles :

1 — 15 jours avant
2 — 8 jours avant
3 — 4 jours après
4 — 7 jours après
5 — 9 jours après
6 — parcelles non traitées (témoin)

Les produits étaient :

A - à base de triphenyl acétate d'étain (20 % de m.a.) utilisé à 300 g/Hl

B - à base de dichlone (50 % de m.a.) utilisé à 300 g/Hl

C - à base de sulfate basique de cuivre (50 % de Cu.) utilisé à 1000 g/Hl

D - à base de oxinate de cuivre (20 % de m.a.) utilisé à 200 g/Hl

E - à base de manèbe (70 % de m.a.) utilisé à 300 g/Hl

Les traitements et l'inoculation ont été réalisés au cours d'une période pluvieuse prolongée.

Les notations ont été faites le 20 septembre ; elles expriment le nombre moyen de taches par feuille.

nombre moyen de taches par feuille

	15 jours avant apport de l'inoculum	Traitements 8 jours avant apport d'inoculum	4 jours après apport de l'inoculum	7 jours après apport de l'inoculum	9 jours après apport de l'inoculum	Témoin non traité
Sel d'étain	24	4	4	35	223	
Dichlone	231	58	38	173	360	
Sulfate basique Cu.	6	3	13	51	239	
Oxinate Cu.	257	128	79	171	275	
Manèbe	131	36	14	38	167	
Témoin non traité						573

Le sel d'étain et le sufate basique de cuivre ont donné les meilleurs résultats, surtout pour les traitements effectués entre 15 jours avant et 4 jours après l'apport de l'inoculum.

Le dichlone, l'oxinae de cuivre et le manèbe ont été moins bons. Les deux premiers n'ont pas donné d'aussi bons résultats qu'en 1959. La période pluvieuse semble avoir diminué leur persistance. Signalons que l'oxinate a été utilisé à une faible concentration (40 g m.a./Hl).

III. — ESSAIS DE DESINFECTION DE TERRE CONTRE LE PYTHIUM ULTIMUM

A la suite de fortes attaques de *Pythium ultimum* sur nos plantules de betterave en terrines en serre, nous avons expérimenté plusieurs fongicides et organismes antagonistes.

Dans ce but, la terre a été infectée artificiellement à partir d'une culture du champignon sur un milieu liquide à base de pommes de terre. Les fongicides ou antagonistes ont été ensuite apportés et le semis effectué 8 jours plus tard.

Les produits et organismes expérimentés sont les suivants :

1 - Produit à 65 % de zinèbe (1 gr dans 100 cc d'eau par terrine)
2 - Produit à 30 % pentachloronitrobenzène (idem)
3 - Produit à 84 % de dimethyldithiocarbamate cuivreux (idem)
4 - Produit à 50 % de dichlone (idem)
5 - Produit à 15 % d'oxyquinoléinate de Cu + Lindane (idem)
6 - Produit à 3,5 % de mercure d'un combiné de chlorure de méthoxyéthylmercure (0 gr 5 dans 100 cc d'eau par terrine)
7 - Produit à 40 % formol à raison de 0 l 400 par terrine d'une solution à base de 2cc 5 par litre)
8 - Formol comme n° 7 + Bactérie CC 8 jours après
9 - Formol comme n° 7 + *Aspergillus ochraceus* 8 jour après
10 - Formol comme n° 7 + Actinomycète II 8 jours après
11 - Bactérie CC seule
12 - *Aspergillus ochraceus* seul
13 - Actinomycète II seul
14 - Témoins non traités.

Le traitement portait sur 2 terrines de 100 graines.

On a noté le nombre de plantules à la levée, les attaques de pré-émergence et de post-émergence.

Le tableau ci-après donne les résultats :

On peut constater l'importance de l'attaque chez les témoins non traités.

Le pentachloronitrobenzène a donné les meilleurs résultats. Il est suivi par l'oxyquinoléinate de cuivre additionné de lindane, et par 2 antagonistes, l'*Aspergillus ochraceus* et la *bactérie CC*.

L'organo-mercurique, le zinèbe et le dithiocarbamate de cuivre ont été assez bons.

Par contre le Formol a été inefficace.

N°s	*Produits fongicides*	Levée totale pour 100 graines	Attaques de pré-émergence	Attaques de post-émergence	*Total*
2	Pentachloronitrobenzène	143	0	10	10
5	Oxinate + Lindane	137	6	21	27
12	Aspergillus ochraceus	125	18	12	30
11	Bactérie CC	131	12	24	36
8	Formol 8 jours avant bactérie CC	129	14	23	37
6	Organo-mercurique	119	14	31	45
1	Zinèbe	121	22	27	49
3	Dithiocarbamate Cu.	128	15	34	49
9	Formol 8 jour avant Aspergillus ochraceus	108	35	17	52
4	Dichlone	106	37	24	61
7	Formol	101	42	39	81
13	Actinomycète II	91	52	31	83
14	Témoin	72	71	22	93
10	Formol 8 jours avant Actino II	64	79	34	113

LES IMPRESSIONS
PIERRE BOURSIN
19, RUE J.-J.-ROUSSEAU
PARIS-1er